

**SUBSTRATE OF THIN FILM SINGLE CRYSTAL DIAMOND**

**Patent number:** JP63224225  
**Publication date:** 1988-09-19  
**Inventor:** FUJIMORI NAOHARU; IMAI TAKAHIRO  
**Applicant:** SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES  
**Classification:**  
**- international:** H01L21/205; H01L21/02; (IPC1-7): H01L21/205  
**- european:**  
**Application number:** JP19870058381 19870312  
**Priority number(s):** JP19870058381 19870312

**Report a data error here**

**Abstract of JP63224225**

**PURPOSE:** To enable a single crystal diamond to be epitaxially grown on a silicon substrate by laying a single crystal silicon carbide as an intermediate layer between the diamond and the silicon substrate layer.  
**CONSTITUTION:** The crystal face (111) of single crystal Si substrate in diameter of 2" is carbonized in CH<sub>4</sub> at 5 torr and 1350 deg.C for 20 minutes and then a single crystal SiC intermediate layer in film thickness of 2000 Angstrom is formed by plasma CVD process of SiH<sub>4</sub> and CH<sub>4</sub> at substrate temperature of 1300 deg.C and vacuum degree of 2 torr. Next, H<sub>2</sub> containing 0.5% CH<sub>4</sub> is decomposed by microwave plasma CVD process at substrate temperature of 900 deg.C and vacuum degree of 30 torr to form a diamond layer in film thickness of 3000 Angstrom. The diamond layer thus formed in single crystal face (111) is provided with spotty diffraction points. Through these procedures, the diamond can be epitaxially grown on a silicon substrate to form a thin film single crystal diamond substrate in large space at low cost.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-224225

⑬ Int.Cl.<sup>4</sup>  
H 01 L 21/205識別記号 庁内整理番号  
7739-5F

⑭ 公開 昭和63年(1988)9月19日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全3頁)

⑮ 発明の名称 薄膜単結晶ダイヤモンド基板

⑯ 特 願 昭62-58381

⑰ 出 願 昭62(1987)3月12日

⑱ 発 明 者 藤 森 直 治 兵庫県伊丹市昆陽北1丁目1番1号 住友電気工業株式会社伊丹製作所内

⑲ 発 明 者 今 井 貴 浩 兵庫県伊丹市昆陽北1丁目1番1号 住友電気工業株式会社伊丹製作所内

⑳ 出 願 人 住友電気工業株式会社 大阪府大阪市東区北浜5丁目15番地

㉑ 代 理 人 弁理士 中村 勝成 外1名

## 明 細 書

1. 発明の名称 薄膜単結晶ダイヤモンド基板

2. 特許請求の範囲

(1) 単結晶シリコン基板上に形成した単結晶炭化ケイ素中間層と、この単結晶炭化ケイ素中間層上にエピタキシャル成長させた単結晶ダイヤモンド層とを有する薄膜単結晶ダイヤモンド基板。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、ダイヤモンド半導体素子の製造に有用な単結晶ダイヤモンドのエピタキシャル成長層を有する基板に関する。

(従来の技術)

半導体素子を形成するための半導体材料は良好な単結晶もしくは単結晶層であることが不可欠であり、特に現在主流となつていくブレナー型半導体素子においても基板上への薄膜単結晶層の形成がその形成工程の第1歩となる。

かかる半導体材料として従来からシリコン等が

主に利用されてきたが、ダイヤモンドも半導体材料として特異な性質を具えるため耐熱半導体、高出力パワートランジスタ等の用途への応用が検討されている。

しかるに現在のところ、単結晶ダイヤモンドの工業的生産は超高压装置を用いて粒状のものが合成されるに留まつており、この合成ダイヤモンド粒から作成した基板は面積が数 $\text{cm}^2$ 角程度の大きさが限度である。従つて、この単結晶ダイヤモンド基板は、大電流用の素子を形成するために大面積を要する場合や、ステツパーを用いて微細加工を行なう集積回路の製造には利用できなかつた。

又、上記の合成ダイヤモンド単結晶はそれ自体高価であるため大量に安価な半導体素子を生産するうえでも利用範囲が限定されていた。

一方最近になつて、メタンと水素の混合ガスをマイクロ波プラズマや熱を利用して励起して反応させ、基板上にダイヤモンド薄膜を析出させる気相合成(CVD)法が確立され、ダイヤモンド単結晶基板上にエピタキシャル成長した単結晶ダイ

ダイヤモンド層の形成が確認されている (Fujimori et al, Vacuum, vol 36, 99~102, 1986)。

しかし、この CVD 法においてもシリコン基板上には多結晶ダイヤモンド層しか形成できず、単結晶ダイヤモンド層は上記の高圧法で合成した高価で小面積の単結晶ダイヤモンド基板上にしか形成できなかつたので、安価且つ大面積の薄膜単結晶ダイヤモンド基板を提供するには至っていない現状である。

(発明が解決しようとする問題点)

本発明は上記の事情に鑑み、単結晶シリコン基板上にダイヤモンドをエピタキシャル成長させた安価で大面積の薄膜単結晶ダイヤモンド基板を提供することを目的とする。

(問題点を解決するための手段)

本発明の薄膜単結晶ダイヤモンド基板は、単結晶シリコン基板上に形成した単結晶炭化ケイ素中間層と、この単結晶炭化ケイ素中間層上にエピタキシャル成長させた単結晶ダイヤモンド層とを有している。

$\text{CH}_4$  中 5 torr 1350℃ で 20 分間炭化処理した後、基板温度 1300℃ 及び真空度 2 torr での  $\text{SiH}_4$  と  $\text{CH}_4$  のプラズマ CVD 法により、膜厚 2000 Å の単結晶 SiC 中間層を形成した。

次に、この単結晶 SiC 中間層上に、マイクロ波プラズマ CVD 法により、基板温度 900℃ 及び真空度 30 torr で 0.5%  $\text{CH}_4$  を含む  $\text{H}_2$  を分解してダイヤモンド層を膜厚 3000 Å に形成した。

得られたダイヤモンド層を反射電子線回折により結晶状態を観察したところ、スポット状の回折点が認められ、単結晶の (111) 面であることが判った。

#### 実施例 2

実施例 1 と同様に Si 基板上に単結晶 SiC 中間層を形成した。次に、この単結晶 SiC 中間層上に、基板温度 850℃ 及び真空度 30 torr で、タンゲステンフィラメントを 2100℃ に加熱して 0.5% の  $\text{CH}_4$  を含む  $\text{H}_2$  を励起して分解する CVD 法により、ダイヤモンド層を膜厚 500 Å に形成した。

総じて、0.5%  $\text{CH}_4$  と 0.0002%  $\text{B}_2\text{H}_6$  を含む  $\text{H}_2$  を

使用する単結晶シリコン基板は引き上げ法等の通常の方法により製造したインゴットから切り出した基板 (ウェハー) でよい。又、単結晶炭化ケイ素中間層及び単結晶ダイヤモンド層は夫々公知の CVD 法、イオンビーム蒸着法等により形成することができる。

(作用)

ダイヤモンドの格子定数は 3.5667 Å 及びシリコンの格子定数は 5.4301 Å であり、結晶構造が大きく異なるのでシリコン基板上に直接ダイヤモンドをエピタキシャル成長させることは困難である。

そこで、本発明者等はシリコン基板上に中間層として格子定数が 4.3596 Å の単結晶炭化ケイ素を介在させることにより、その上に単結晶ダイヤモンドをエピタキシャル成長させることに成功し、本発明に至つたものである。

(実施例)

#### 実施例 1

直径 2 インチの単結晶 Si 基板の (111) 面を

同様に励起し、分解して B ドーピングしたダイヤモンド層を膜厚 1000 Å に形成した。

得られた最上層のダイヤモンド層を反射電子線回折により結晶状態を観察したところ、スポット状の回折点が認められ、単結晶の (111) 面であることが判った。

又、最上層の単結晶ダイヤモンド層は、比抵抗が  $5 \times 10^{-1} \Omega \cdot \text{cm}$  でホール効果の測定により P 型半導体であつて、キャリア密度  $4 \times 10^{16} / \text{cm}^3$  及びホール移動度  $310 \text{ cm}^2 / \text{V} \cdot \text{sec}$  であることが確認された。

#### 比較例

実施例 1 と同じ単結晶 Si 基板上に、単結晶 SiC 中間層を形成することなく、実施例 1 と同様のマイクロ波プラズマ CVD 法によりダイヤモンド層を形成したが、結晶がばらばらに堆積するだけで薄膜が形成できなかつた。

又、同じ基板にダイヤモンド粉末 ( $\phi 3000$ ) で傷をつけてから、同様にダイヤモンド層を形成したところ、三角形の結晶面が凹凸に存在する膜が得

られ、この膜を電子線回折により調べたところ多結晶であることが確認された。

(発明の効果)

本発明によれば、シリコン基板上にダイヤモンドをエピタキシャル成長させた、安価で大面積の薄膜単結晶ダイヤモンド基板を提供することができる。

出願人 住友電気工業株式会社

代理人 弁理士 中村勝成  
同 山本正緒